C 10118

3

DESCRIPTION

D'UN

CAISSON MÉTALLIQUE

POUR

La construction des jetées, ports, bassins, quais, docks, écluses, de moulins, routes dans les marais, digues à la mer, fortifications, aquéducs, fondations, etc., etc., destiné principalement aux PROPRIÉTAIRES DE DOMAINES SUR LES BORDS DE LA MER OU DES RIVIÈRES, ET AUX PROPRIÉTAIRES DE MINES DE FER ET AUTRES;

PAR E.-B. DEEBLE.

Traduit de l'Anglais

PAR M. GUSTAVE HELLER,

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

BIBLIOTHECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE NAPOLI

PARIS,

CHEZ CARILIAN-GOEURY, LIBRAIRE

DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, n°. 41.

1831.

Digitized by Google

IMPRIMERIE DE MADAME HUZARD (Née Vallat la Chapelle),
Rue de l'Éperon, n°. 7.

Digitized by Google

A

M. I. Cordier,

Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Ponts et Chaussées, Chevalier de la Légion-d'Honneur, Député du Jura.

Monsieur,

Permettez-moi de vous offrir mon premier Essai comme un témoignage de ma reconnaissance et du respectueux attachement que m'inspirent vos qualités personnelles.

Parmi les découvertes plus ou moins ingénieuses que j'ai eu occasion de remarquer en Angleterre, où j'ai eu l'honneur de vous accompagner, j'ai particulièrement distingué les caissons métalliques de M. *Deeble*, et leur utilité dans différentes constructions m'a fait naître l'idée de les faire connaître en France, où ils trouveront, je pense, leur application. A qui pourrais-je offrir plus dignement l'hommage de cet Essai, qu'à vous, Monsieur, qui consacrez vos veilles et vos talens à rechercher les meilleurs moyens d'encourager l'industrie et de rendre à notre commerce la supériorité que lui a ravie un peuple rival; à vous à qui un des plus beaux et des plus riches départemens du royaume est redevable des nombreuses améliorations dont il jouit depuis quinze ans; à vous enfin, dont les vues étendues et les connaissances profondes vous assurent un rang distingué parmi les ingénieurs célèbres dont s'honore la France?

Les encouragemens que vous avez bien voulu me donner sont pour moi une récompense précieuse de mes efforts, et le désir de mériter votre approbation suppléera à mon défaut de talent pour entreprendre des travaux plus utiles.

Daignez agréer l'expression des sentimens de respect et de dévouement sans bornes, avec lesquels j'ai l'honneur d'être,

Monsieur,

Votre très humble et très obéissant serviteur,

GUSTAVE HELLER.

Paris, le 20 mai 1830.

Digitized by Google

Digitized by Google

AVANT-PROPOS.

J'ai cru rendre service aux ingénieurs, aux architectes, aux propriétaires de terrains sur les bords de la mer ou des rivières, en un mot, à toutes les personnes qui, par état ou par nécessité, s'occupent de constructions, en leur faisant connaître le *caisson métallique* de M. *E.-B. Deeble.*

Cette invention aussi simple qu'ingénieuse me paraît devoir procurer les plus grands avantages dans une foule de circonstances et mériter par là l'attention des hommes de l'art : c'est dans cette conviction que j'en ai entrepris la traduction et que je l'offre au public, tout imparfaite qu'elle est.

Tout le monde sait que l'industrie a su tirer un tel parti du fer, et que son usage est tellement répandu, en Angleterre surtout, que dans la plupart des constructions il remplace avec un immense avantage le bois et même la pierre de taille. A Londres, les bornes, les grues des ports, les ponts tournans sur les écluses des docks, les ruisseaux de plusieurs rues, sont en fonte de fer ; les colonnes de l'Opéra, celles de la double galerie, qui forment ce qu'on appelle le *quadrant;* les colonnes immenses qui servent à supporter les magasins des docks Sainte-Catherine, ainsi que celles d'une foule d'autres édifices publics et particuliers, sont aussi en fer coulé; et quoique creuses et d'une épaisseur peu considérable, elles présentent le double avantage de résister également dans tous les sens et de réunir la force à la légèreté à un degré plus élevé que si on les avait rendues massives en leur conservant leur poids. La charpente de la plupart des hangars des docks de Londres est également en fer, soutenue par des colonnes de même métal, et offre à l'œil un aspect plus agréable que les pièces de bois énormes qu'on emploie ordinairement dans ces sortes de constructions. On se sert aussi du fer dans l'exploitation des mines en remplacement du boisage pour soutenir les terres; enfin les routes en fer nouvellement construites entre Darlington et Stockton, entre Manchester et Liverpool, et celles qu'on doit ouvrir dans le courant de cette année, assurent aux mines de la Grande-Bretagne des débouchés considérables, qui prendront une extension plus grande de jour en jour par suite de ce nouveau système de communication que les perfectionnemens récemment

Digitized by Google

obtenus rendent sans contredit préférable à toute autre sous le double rapport de la célérité et de l'économie dans les transports.

D'après ce qu'on vient de dire de l'emploi du fer en Angleterre, il est aisé de concevoir que le caisson métallique ait reçu un accueil favorable dans ce pays, et que des ingénieurs distingués en aient jugé l'adoption d'une utilité générale. L'économie qu'il procure est d'ailleurs constatée par le tableau comparatif des prix des différentes constructions en pierres et en fonte de fer, placé à la page 21, et je ne doute nullement que l'usage de ce caisson ne soit bientôt généralement répandu.

On objectera sans doute que le fer s'oxidant facilement, les caissons se détérioreront bientôt et perdront une partie de leur force; mais l'expérience prouve que la fonte de fer, exposée à l'air ou renfermée dans des terres qui ne contiennent point de sulfure, ne s'oxide que jusqu'à une certaine profondeur qui ne dépasse pas un demi-millimètre environ, et que cette espèce de croûte formée par l'oxidation sert ensuite à arrêter les progrès de cette dernière.

Je puis m'appuyer ici de l'autorité de M. *Mallet*, inspecteur divisionnaire des ponts et chaussées, qui en a fait aussi l'observation.

Quoique le fer soit plus cher en France qu'en Angleterre, le caisson métallique offre de si grands avantages qu'il sera toujours préférable à tout autre mode de construction lorsqu'il s'agira d'élever une digue à la mer, de construire une jetée, un port, etc., travaux qui exigent une force considérable et une grande promptitude d'exécution. C'est surtout sous ce dernier rapport que l'usage des caissons en fonte de fer l'emporte évidemment de beaucoup sur toute espèce de construction, et ce seul avantage suffirait pour leur faire donner la préférence dans une foule de travaux indispensables dans quelques uns de nos ports, et à Dunkerque et Gravelines surtout.

La France est riche en mines de fer : le Berry, la Franche-Comté, le Nivernais, le Forez, la Champagne, la Bourgogne possèdent des mines, des fonderies et des forges, qu'un emploi plus général du fer tirerait bientôt de l'état de souffrance dans lequel elles se trouvent maintenant.

L'usage du caisson métallique et l'établissement de routes en fer dont un savant ingénieur (1) a si bien démontré les avantages et l'influence sur la prospérité du commerce, et par conséquent du royaume, donneraient à

(1) M. *J. Cordier*, inspecteur divisionnaire des ponts et chaussées, député du Jura.

Digitized by Google

cette branche d'industrie une plus grande extension, répandraient l'aisance dans le sein des classes ouvrières, que la stagnation des affaires commerciales réduit à la misère, et assureraient à la France, d'une part, une grande économie dans l'exécution des travaux que réclament la plupart de nos ports de l'Océan, et, de l'autre, des moyens de communication rapides et peu dispendieux, une des principales sources de la prospérité et des richesses de l'Angleterre.

Convaincu de l'utilité du caisson métallique dans les circonstances où les travaux exigent de la force et de la célérité dans l'exécution, et persuadé qu'il peut être employé en France avec avantage, je crois devoir engager les personnes qui auraient à faire des travaux du genre de ceux dont on a parlé plus haut, à l'employer de préférence à tout autre mode de construction, la description qui suit le rapport de M. *Mallet* sur le caisson métallique pouvant d'ailleurs suffire à tout homme un peu familiarisé avec l'art de bâtir.

G. Heller.

Digitized by Google

Digitized by Google

RAPPORT

FAIT

A LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

PAR M. MALLET,

Sur la traduction d'une brochure de M. E.-B. Deeble, *intitulée :* Description d'un caisson métallique pour la construction des jetées, ports, bassins, quais, docks, écluses de moulins, routes dans les marais, digues à la mer, fortifications, aquéducs, fondations, etc. ; *ladite traduction faite d'après le texte anglais, et présentée à la Société*

PAR M. GUSTAVE HELLER.

Les vestiges de la plus grande partie des ouvrages des anciens qui ont traversé une longue suite de siècles, en bravant les ravages du temps et ceux de la main des hommes, offrent à nos yeux, en général, des masses de petits matériaux agglutinés ensemble par des mortiers employés avec profusion, ou des pierres dont la stabilité est due à leur grande dimension autant qu'aux soins mis à les approcher au contact immédiat, et à observer un système de liaison parfaitement entendu.

Mais si le premier moyen est appliqué à des fondations qui soient destinées à porter de pesantes maçonneries, il exige que l'on attende un certain espace de temps avant qu'on les élève, sans quoi on s'exposerait à des déchiremens auxquels une trop grande précipitation donne lieu. D'un autre côté, on apporte rarement dans l'emploi de ce système la patience et la prévoyance nécessaires : aussi trouve-t-il presque autant de contradicteurs que de défenseurs.

Enfin, si l'on continue l'emploi de ces petits matériaux au dessus des fondations, on est exposé à voir les paremens dont il est indispensable de les revêtir, se séparer du corps de maçonnerie, à moins que l'on n'emploie

Digitized by Google

pour ces paremens des matériaux très légers, et alors ils ne présentent plus le caractère d'une solidité convenable. On est donc forcé, en général, de former, tant les paremens que les corps de maçonnerie, en pierre, dont l'extraction, le transport, la taille et la pose entraînent dans des dépenses considérables.

On peut, au contraire, se procurer partout de petits matériaux à un prix très modéré; on peut même en fabriquer, au besoin, avec certaines terres que la nature semble avoir placées, à titre de compensation, dans les lieux où la pierre manque; partout aussi, grace aux travaux utiles de M. *Vicat* et des autres ingénieurs qui l'ont suivi dans la carrière qu'il nous a ouverte avec tant de succès, on peut former d'excellente chaux et par conséquent de bon mortier, base importante des maçonneries formées de petits matériaux.

Ainsi, mettre à même d'utiliser ce genre de maçonnerie, soit en fondations, soit hors de terre, et d'en former des masses solides à l'abri des effets des tassemens et des déchiremens qui en sont les suites, à l'abri également des ravages du temps, serait rendre un service éminent à la société.

C'est ce but important que s'est proposé notre voisin d'outre-mer, M. *Deeble*, ainsi qu'on le voit par le titre de son ouvrage, but qu'il nous paraît devoir atteindre avec un grand avantage dans beaucoup de cas que nous nous dispenserons d'énumérer ici; et l'on doit au zèle de M. *Heller* d'avoir mis tout le monde à même de profiter des vues utiles que contient cet ouvrage, en prenant la peine de le transporter dans notre langue.

Le moyen proposé par M. *Deeble* consiste dans la formation de caissons en fonte de fer de diverses figures; ces caissons s'assemblent entre eux au moyen de queues d'aronde pratiquées sur toutes les faces, excepté sur celle du parement, et on les remplit en maçonnerie après les avoir mis en place. Pour diminuer encore la tendance au glissement des différentes assises sur elles-mêmes, M. *Deeble* indique l'emploi de caissons qui n'ont que la moitié de la hauteur des autres, avec lesquels on doit former alternativement la première assise inférieure.

L'auteur annonce une très grande économie dans l'emploi de ce système de construction, comparé avec celui des maçonneries en pierre de taille.

Le texte est terminé par deux tableaux, l'un de la pesanteur spécifique des solides, l'autre de la dilatation des métaux.

Neuf planches indiquent toutes les formes d'ouvrages, rectilignes, curvilignes et mixtilignes que l'on peut former avec ces caissons.

La neuvième présente le dessin d'une élingue fort ingénieuse, qu'il a composée pour descendre les caissons sur le tas.

Digitized by Google

On ne peut pas se dissimuler que, d'un côté, la pierre de taille est moins rare, et, d'un autre côté, la fonte plus chère chez nous que chez nos voisins d'outre-mer; mais aussi on doit reconnaître qu'il y aura beaucoup de circonstances où les moyens proposés par M. *Deeble* trouveront des applications avantageuses dans nos travaux; ses caissons pourront notamment remplacer nos grillages en charpente, dont beaucoup d'ingénieurs rejettent ici l'emploi, à cause de la tendance des bois à pourrir lorsqu'ils ne sont point continuellement sous l'eau; ils seront également employés utilement dans les pays où il n'existe pas de pierre de taille; enfin leur usage pourra devenir de plus en plus général, à mesure que nos forges prendront plus de développement et que le prix des fontes baissera.

J'ai donc l'honneur de vous proposer, Messieurs,

1°. En remerciant M. *Heller*, de lui témoigner toute votre satisfaction des preuves de zèle et d'application qu'il a données dans la traduction qu'il vous a présentée;

2°. De faire insérer le présent rapport dans votre *Bulletin*, ainsi que ladite traduction.

Approuvé en séance, le 16 *juin* 1830.

Signé Ch. Mallet, *rapporteur.*

Digitized by Google

DESCRIPTION

D'UN

CAISSON MÉLALLIQUE

POUR

La construction des jetées, ports, bassins, quais, docks, écluses de moulins, digues à la mer, fortifications, aquéducs, fondations, etc.;

PAR M. E.-B. DEEBLE.

En soumettant les pages suivantes aux personnes à qui elles sont plus particulièrement destinées, et au public en général, il paraît nécessaire que nous cherchions à nous justifier de nous être permis d'entrer dans une carrière déjà parcourue par des hommes d'un talent éminent, qui se sont toujours distingués par leur amour et leur zèle pour le bien public, et qui ne regardent jamais avec indifférence les grands et nombreux avantages qui sont le fruit des recherches scientifiques; mais l'originalité et la simplicité du projet proposé, et la conviction où est l'auteur de son utilité lui paraissent devoir être une excuse suffisante.

Les limites de cette brochure ne nous permettent pas d'énumérer les ravages que l'Océan a occasionés sur les côtes d'Angleterre et sur celles des autres pays, et les déplorables effets des inondations dans les terrains bas. Nous ne pouvons cependant nous empêcher de rapporter ici quelques unes des circonstances qui nous ont fait naître l'idée et l'espérance de trouver un remède à ce terrible fléau.

La ville d'Aldborough était autrefois beaucoup plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui; mais la mer en a enlevé une des principales rues, et tout récemment encore elle a fait des empiétemens considérables sur le territoire voisin.

A Cromer, une des églises et plusieurs maisons ont été détruites par une inondation, et des sommes considérables ont été employées, à différentes époques, en efforts superflus pour élever une digue que la mer enlevait à chaque essai.

Digitized by Google

Un propriétaire ingénieux et plein de mérite a tenté dernièrement de reconquérir sur la mer une grande étendue de terrain adjacent à sa propriété; il procéda par la méthode ordinaire, c'est à dire en élevant une digue; mais comme les progrès en étaient nécessairement lents, les travaux furent exposés à de fréquentes tempêtes : néanmoins, à l'aide d'une grande surveillance personnelle, il espérait mener à une heureuse fin cette entreprise difficile, lorsque, pendant l'absence temporaire des ouvriers, la mer en fureur rompit tout à coup la digue, et environ 8,000 acres de terre furent de nouveau recouvertes par les eaux.

Durant l'hiver de 1826, dans le voisinage de Dantzick, entre Freyenhoff et Elbing, sur les bords de l'île de Nogut, les digues furent emportées, et un espace de trois milles carrés allemands, contenant trente et un villages et onze mille habitans, fut entièrement inondé.

La terrible opiniâtreté et les effets funestes de la fièvre, causée par l'inondation et la stagnation des eaux dans les environs de Bruxelles, sont encore gravés dans la mémoire de tout lecteur, et le dernier débordement de la Néva, qui coûta la vie à tant de monde et engloutit tant de propriétés, sera long-temps le sujet des plus tristes souvenirs.

Afin de ne pas arrêter plus long-temps le lecteur par le récit de faits dont nous pourrions citer un plus grand nombre, nous allons entrer dans quelques détails sur le projet que nous avons conçu, dans le but de prévenir le retour de semblables désastres. Nous avons principalement eu pour objet, dans l'application de notre plan, les digues à la mer et autres travaux analogues sur les côtes, parce que nous pensons qu'il offrira souvent, dans de telles occasions, un succès qu'on chercherait en vain par un autre mode de construction; mais il est également applicable dans une foule de circonstances où les travaux exigent de la promptitude et de la force.

Rien n'est plus facile à démontrer que non seulement l'usage des caissons métalliques est préférable, mais décidément supérieur à l'emploi de la pierre, et qu'il offre des avantages considérables sous le double rapport de l'économie et de la sécurité.

Le caisson métallique à queue d'aronde, considéré mathématiquement, est d'une telle force dans ses diverses formes, qu'on peut presque le regarder comme parfait, et l'on peut lui donner, en tout temps et sans altérer son principe, tel poids qu'exige la circonstance où il est employé. Son mode d'assemblage est universel, que sa direction soit oblique, horizontale ou verticale. La dépense qu'il exige, comparée à celle de la pierre, doit varier suivant la localité ou la variation des prix : en général, elle

Digitized by Google

peut être évaluée aux deux tiers et présente quelquefois un bénéfice des quatre cinquièmes au moins.

Les formes du caisson à queue d'aronde, à en juger d'après la grande variété que nous avons déjà obtenue, peuvent s'étendre à l'infini, et sa force, dans presque tous les cas, sera égale à celle d'une clef de voûte en pierre, sans que sa structure soit affaiblie au même degré par aucun des accidens qui lui causent ordinairement des dommages.

La construction du caisson, considérée sous le rapport de la matière et de la forme, laisse un vaste champ à la volonté du constructeur, de sorte qu'on peut ne lui donner que la force d'une pierre ordinaire ou une force beaucoup plus grande, puisque ce n'est autre chose qu'une boîte métallique creuse, généralement ouverte aux deux extrémités supérieure et inférieure, dont les côtés peuvent avoir une épaisseur d'un demi-pouce (1) à un pouce et davantage, selon la force et le poids que la circonstance exige; ce qui donne le moyen de l'appliquer à tous les cas particuliers. Dans les travaux ordinaires de *docks* ou de digues de canal, la face placée du côté des eaux doit avoir une épaisseur de trois quarts de pouce et davantage dans la même proportion, si le caisson a à supporter une forte pression des eaux de la mer; les autres faces peuvent être moins épaisses, et l'intérieur, dans tous les cas, doit être rempli de chaux liquide et de blocaille, ou de toute autre matière analogue qu'on puisse se procurer sur-le-champ, de manière à former avec le métal une masse solide. Les caissons servant de fondation doivent être fermés dans le fond. On propose de leur donner 7 pieds de longueur, 3 pieds de hauteur et de 2 à 5 de largeur, suivant la nature et la force demandée des travaux auxquels ils seront employés.

Si l'on ne veut faire qu'une muraille simple dans des travaux ordinaires, les queues d'aronde ne doivent s'assembler qu'aux deux extrémités du caisson; mais si l'on veut élever ensemble trois murailles et n'en former qu'une seule masse, chaque caisson devra se lier à six autres caissons, quoiqu'il n'y ait que cinq queues d'aronde; si enfin des travaux considérables en exigeaient dix, cinquante ou davantage en largeur, la même forme serait encore applicable. Lorsqu'on élève plusieurs caissons les uns sur les autres, il est presque inutile de dire qu'on doit briser les joints horizontaux en commençant alternativement chaque rangée par un demi-caisson, de manière à former du tout un même corps et à lier ainsi chaque pièce à celles qui se trouvent immédiatement au dessus et au dessous.

La *fig.* 1 représente le plan d'un caisson oblong avec des queues

(1) Le pouce anglais égale $0^m,0254$.

Digitized by Google

d'aronde à ses deux extrémités seulement. Cette figure est applicable aux lignes droites, soit dans la construction des digues exposées à l'action de l'eau, soit dans l'intérieur de travaux lourds, comme contre-forts, arcs-boutans, etc., qui doivent être cachés sous la terre. Cette forme n'admet que peu de changemens dans ses applications et aucune augmentation de force ou de pesanteur au delà de ce qu'on peut gagner par l'accroissement de l'épaisseur des côtés.

La *fig.* 2 est la forme la plus universelle qu'il soit possible de produire; on peut la multiplier à l'infini et la considérer comme parfaite, puisqu'elle n'exige aucun changement de forme dans ses faces latérales pour compléter un ouvrage, ses extrémités pouvant être terminées d'une manière convenable en remplissant l'entaille de la queue d'aronde, au moyen d'une demi-queue d'aronde portative, comme celle indiquée par la *fig.* 8.

La *fig.* 3 donne la forme que l'on peut employer dans une ligne courbe le long des côtes, où une force considérable est nécessaire; elle peut également s'appliquer aux jetées et bastions. La saillie *a* est une demi-queue d'aronde qui pourrait servir à l'attacher à un contre-fort. Ce caisson, si on jugeait nécessaire d'y ajouter une autre ligne courbe, ferait l'effet d'une voûte et contre-voûte.

La *fig.* 4 est un caisson courbe ayant des redans pour lier la ligne principale au bastion, comme on peut le voir dans la *fig.* 12. On peut ainsi former un angle quelconque entre la ligne principale et le bastion, en faisant tout simplement mouvoir ce caisson dans la direction nécessaire.

La *fig.* 5 peut être variée de manière à former un triangle équilatéral ou un triangle isocèle; elle est à la fois très simple et d'une force considérable. On peut se faire une idée de son importance par la *fig.* 15.

La *fig.* 6 est composée de deux triangles rectangles. Ces caissons s'assemblent à rainures et languettes, qui, lorsqu'elles sont combinées, forment des queues d'aronde, comme on peut le voir dans la *fig.* 16.

La *fig.* 7 est un hexagone; ce caisson s'assemble, comme le précédent, à rainures et languettes, et ne peut former une construction parfaite et sûre qu'autant qu'on en réunit trois ou davantage, comme dans la *fig.* 17. Il acquiert ainsi un degré considérable de force et peut s'appliquer aux fondations de phares, fortifications ou autres constructions sur le sable, dans les marais ou sur le bord des rivières.

La *fig.* 8 représente la queue d'aronde portative que l'on doit employer dans le cas où deux caissons avec rainures se trouvent joints ensemble; ce qui peut arriver fréquemment dans l'intérieur des travaux considérables.

La *fig.* 9 est la forme demi-circulaire, que l'on peut appliquer aux queues

Digitized by Google

d'aronde extérieures de la forme universelle, *fig.* 2, ainsi qu'on le voit dans la *fig.* 19.

La *fig.* 10 est une combinaison des *fig.* 1 et 2; elle offre une application du caisson oblong dans les arcs-boutans et contre-forts, dans les circonstances où un poids plus considérable de métal serait une dépense inutile.

La *fig.* 11 est une répétition de la forme universelle : on peut en voir une application générale dans cette figure, et se faire une idée de la force qu'elle communique aux six autres, avec lesquelles elle se trouve liée, et de celle qu'elle en reçoit.

La *fig.* 12 représente une portion de bastion et son mode d'assemblage avec la ligne principale.

La *fig.* 13 est une ligne courbe, à laquelle est attaché un contre-fort *a*. En ajoutant une autre ligne courbe et les disposant comme l'indique la figure, on peut obtenir une force considérable.

La *fig.* 14 fait voir la queue d'aronde portative appliquée entre deux caissons oblongs.

La *fig.* 15 représente deux caissons triangulaires joints ensemble : on a indiqué une queue d'aronde à l'angle vertical, pour faire voir qu'on peut y adapter une autre forme quelconque; mais lorsque la queue d'aronde est tournée du côté de la mer, elle doit être formée de manière à présenter des angles obtus, comme l'indiquent les lignes *a* et *b*.

La *fig.* 16 est une répétition de la *fig.* 6; elle peut s'appliquer à tous les travaux en ligne droite, et en ajoutant des queues d'aronde à l'extérieur, on peut aussi lui donner une largeur plus grande. L'application de cette forme de caisson sera surtout utile dans le cas où un ouvrage d'une petite étendue devra résister à une pression extraordinaire, chaque partie de l'intérieur étant également forte.

La *fig.* 17 présente la forme hexagonale assemblée; on peut supprimer les rainures et languettes extérieures et placer dans les angles intermédiaires, tels que celui indiqué par la lettre *a*, une figure triangulaire, dans le cas où le caisson hexagonal est employé à la construction sous-marine de bâtimens exposés à l'action de la mer.

La *fig.* 18 est une forme applicable aux travaux légers et dont tous les côtés peuvent être très minces, en conservant toujours une force considérable.

La *fig.* 19 représente la forme semi-circulaire, dont on a donné l'explication dans la description de la *fig.* 9; on peut s'en servir, soit pour obtenir une force plus grande, ou simplement comme ornement.

La *fig.* 20 est la coupe d'une digue en talus, dont l'angle peut varier sui-

Digitized by Google

vant les positions où elle est appliquée. La masse entière des caissons formant talus devra s'unir par une ligne droite à la muraille perpendiculaire, à l'exception du caisson supérieur marqué *c*, qui forme lui-même une partie de cette muraille et sert ainsi, en s'étendant au dessus des autres caissons formant talus, à les lier plus fortement ensemble : on pourra donner au caisson, attendu sa longueur, deux queues d'aronde indiquées en *a* et *b*.

La *fig.* 21 présente trois moyens différens de laisser des jours dans les faces latérales des caissons destinés à des travaux légers, afin de diminuer le poids et la dépense du métal.

La *fig.* 22 offre l'extrémité d'une jetée avec un bastion ; la ligne ponctuée de *a* en *b* fait voir la limite du talus. Les contre-forts sont placés à des distances convenables pour assurer une grande stabilité, et les rainures laissées dans l'intérieur des faces principales donnent aux ingénieurs la facilité d'ajouter des contre-forts ou arcs-boutans partout où il sera nécessaire.

La *fig.* 23 est une partie de l'élévation du même ouvrage, et fait voir les joints horizontaux brisés, que l'on peut toujours former, ainsi qu'on l'a dit plus haut, en commençant alternativement chaque rangée verticale par un demi-caisson.

La *fig.* 24 est un exemple de la méthode proposée pour accroître la force de résistance, au moyen de bras inclinés : cette construction est légère et peut s'employer dans l'intérieur d'une jetée ou d'une digue à la mer.

La *fig.* 25 est destinée au même usage, mais sur une plus grande échelle ; le caisson *a*, qui sert de clef, étant moins allongé, possède une force plus considérable. Les autres *caissons-clefs b* et *c* font voir la manière de lier les diagonales à la muraille principale, au moyen de saillies qui doivent toujours être intérieures.

La *fig.* 26 présente un autre moyen de lier les contre-forts à la ligne principale. Ici, la forme du caisson central, placé entre les deux contre-forts diagonaux, diffère de la forme généralement usitée, en ce qu'elle a des rainures de chaque côté et une demi-queue d'aronde à chaque coin de l'extrémité extérieure : les caissons d'angle *d* et *c* doivent s'ajuster aux deux côtés du caisson central.

Les *fig.* 27, 28 et 29 font voir l'élingue destinée à élever ou à abaisser les caissons : elle consiste en deux fortes barres *a* et *b*, *fig.* 27 et 29, unies au centre par un fort boulon, retenu par un écrou de manière à permettre aux deux barres de tourner autour du boulon. A ces barres sont

Digitized by Google

attachées les quatre cordes *cccc*, au moyen d'œillets fixés à leurs extrémités. Deux de ces cordes sont soutenues par des aiguillettes avec cosses de fer, suivant l'usage ordinaire, et les deux autres, au moyen de vis régulatrices *d d*, *fig.* 27 et 29. Les extrémités supérieures des cordes *c c c c* sont attachées aux trois anneaux *g* suspendus à une poulie mouflée, fixée par une corde à un autre moufle, qu'on n'a pas indiqué dans le dessin, mais qui est supporté par les moyens ordinaires et bien connus. Lorsque les barres *a* et *b* sont placées de manière à former quatre angles droits, on pose leurs extrémités en dessous de quatre tenons saillans *e e e e*, *fig.* 28, destinés à cet usage et faisant corps avec le caisson. Afin de dégager les barres croisées *a* et *b* de dessous les tenons *e e e e*, j'ai imaginé la méthode suivante : *h h* représentent deux barres de métal réunies au point *i* et fixées à charnière à une extrémité des deux traverses *a* et *b*. Au point de jonction *i* se trouve un annean *k*, anquel est attachée une corde *l*, qui passe autour d'une poulie fixée comme celles dont nous avons parlé plus haut, et descend à la portée des personnes occupées à diriger la pose du caisson. Dans la *fig.* 27, les deux barres *h h* sont représentées horizontalement et formant une ligne droite et inflexible, qui tend à maintenir les traverses *a* et *b* dans leur position propre, c'est à dire à angles droits, comme on l'a dit plus haut; mais en tirant la corde *l*, on fait lever les barres *h h*, et les extrémités des traverses *a* et *b* se trouvant de cette manière rapprochées l'une de l'autre (ainsi qu'on peut le voir dans la *fig.* 29 et par les lignes ponctuées dans la *fig.* 28), l'élingue est facilement dégagée du caisson.

Quant au prix du caisson métallique, on ne peut rien statuer de positif, les prix du métal éprouvant des variations considérables, et la différence de valeur entre le fer et la pierre dépendant beaucoup des localités. Je dirai seulement, et je puis le prouver par plusieurs pièces en ma possession, que l'économie obtenue par l'usage du caisson peut aller, dans certains cas, à 20 pour 100, dans d'autres à 30 et même à 50 et au delà. La table placée à la fin de ce mémoire offre une comparaison des dépenses de différentes constructions en granit et en caissons de fonte de fer.

L'avantage de l'économie de temps dans les travaux sur les côtes est sans contredit de la plus haute importance. On peut maintenant élever une digue à la mer de la plus grande étendue sans crainte de voir détruire ses espérances, tandis que pendant les délais que nécessitent les ouvrages en pierre, les flots qu'on s'est en vain efforcé d'arrêter viennent souvent, par une irruption soudaine, détruire tous les travaux : c'est pourquoi plus on pourra accélérer l'exécution de semblables entreprises, plus on sera certain du succès.

Nous avons émis l'opinion que l'adoption du plan proposé pouvait occa-

Digitized by Google

sioner une économie des quatre cinquièmes sur le temps, et nous pensons que ce calcul est au dessous des avantages qu'on peut maintenant en retirer. Un ingénieur d'une grande expérience nous a assuré que le temps nécessaire pour équarrir un bloc de granit, tel que ceux qu'on emploie maintenant à la construction du nouveau pont de Londres, était si considérable, que ce serait un obstacle invincible dans les circonstances où on aurait à lutter contre des tempêtes violentes et souvent répétées. Un riche propriétaire d'Écosse, qui a déjà reconquis sur la mer plusieurs acres de terrain, m'a dit, après avoir pris connaissance de mon projet, que quoiqu'il possédât dans son domaine des carrières considérables d'excellent granit, et qu'elles fussent situées dans l'endroit où elles sont le plus nécessaires, il hésiterait dorénavant à se servir de ses pierres pour de semblables travaux.

Les personnes qui ont examiné les plans et vu les modèles du caisson métallique se sont facilement convaincues de la promptitude avec laquelle on peut le fixer. Ces plans et modèles ont été mis sous les yeux de plusieurs personnages du plus haut rang et soumis à l'examen d'un grand nombre d'ingénieurs distingués et d'architectes.

Un ingénieur célèbre, auquel je ne puis assez témoigner ma reconnaissance de l'assistance qu'il m'a prêtée, avance avec confiance qu'au moyen du caisson métallique on pourrait, dans certaines localités, élever une digue de 100 verges (1) de longueur pendant une seule marée. Il a bien voulu exprimer son opinion sur mon projet en termes extrêmement flatteurs pour moi, et que la crainte de paraître trop prévenu en ma faveur devrait m'engager à supprimer, si cet éloge venait d'une personne moins capable de juger du mérite d'une semblable invention. Il s'exprime ainsi : « La science » de l'ingénieur, en ce qui concerne les digues à la mer, a été très négli- » gée dans ces derniers temps, malgré les suites funestes et inévitables du » mauvais succès de plusieurs travaux projetés sur nos côtes. Pendant » plusieurs années d'expérience j'ai eu de si fréquentes occasions d'obser- » ver les ravages de la mer, que je ne puis m'empêcher de regarder avec » le plus grand intérêt tout ce qui peut contribuer à diminuer les dé- » penses et à accélérer les progrès de ces travaux protecteurs dont le besoin » se fait si impérieusement sentir. J'ai connu des propriétaires qui, par un » pur motif de patriotisme, ont entrepris de reconquérir sur la mer une » certaine quantité de terrain. Des ingénieurs expérimentés ont été em- » ployés à ce projet, un grand nombre d'ouvriers en ont commencé les

(1) La verge anglaise égale $0^m,9144$, le mille égale $1609^m,315$.

Digitized by Google

» travaux, et déjà les digues étaient fort avancées lorsque, pendant la » longueur de l'exécution, et par suite de la manière insuffisante dont les » ouvrages étaient gardés, une seule tempête anéantit l'entreprise et coûta » la vie à plusieurs personnes, ne laissant aux entrepreneurs que des dettes » considérables contractées pour l'exécution de ce projet d'agrandisse- » ment. » Il ajoute : « Lorsque je considère les grands avantages du caisson » métallique, je ne puis m'empêcher de le regarder comme la seule chose » vraisemblablement capable de remplir la lacune de la science. J'aime à » me représenter cette quantité d'acres fertiles s'élevant du sein de l'O- » céan, et cette région immense, aujourd'hui l'empire des poissons et le » tombeau de tant d'infortunés marins, changée en une vaste plaine bien » cultivée. L'emploi de ce caisson peut d'ailleurs procurer des débouchés » à des capitaux considérables, amener une réduction d'impôts, une di- » minution de la taxe des pauvres et d'autres charges locales, et offrir » en même temps aux personnes qui sont forcées de s'expatrier des motifs » puissans de rester dans leur pays et de se montrer les fidèles et loyaux » sujets d'un royaume florissant. »

Plusieurs travaux d'une grande étendue, pour protéger les côtes contre les tempêtes et les invasions de l'ennemi, sont d'une nécessité indispensable dans quelques unes de nos colonies où l'on ne pourrait se procurer une quantité suffisante de pierres, dont le fret, si on les transportait d'Angleterre, coûterait davantage que la construction entière de murailles ou fortifications en caissons de fonte de fer.

L'approbation qu'a daigné donner à mon projet un ex-secrétaire d'État, qui a désigné Douvres comme un endroit où il pensait qu'on pourrait avantageusement employer les caissons métalliques dans la construction d'une nouvelle jetée si nécessaire dans ce port, a été pour moi un puissant motif d'encouragement, à une époque où j'avais moins d'appui qu'aujourd'hui, et j'en conserverai toujours le souvenir avec reconnaissance.

Qu'il me soit permis, avant de terminer ces remarques, d'adresser mes sincères remercîmens à plusieurs personnes qui ont bien voulu considérer mon projet avec attention, et dont les conseils et les observations m'ont été d'un grand secours. E.-B. Deeble.

Nota. Différens modèles ont été coulés afin de donner une idée des applications variées du caisson métallique. On peut les voir aux bureaux de MM. *Buckland* et *Smith*, Furnival's inn, n°. 3, à Londres, où l'on peut obtenir à des prix modérés des licences pour faire usage de l'invention. On s'empressera de répondre aux communications et demandes, qui devront être affranchies.

Digitized by Google

TABLEAU de la Dépense comparative des Constructions en Granit et des Caissons métalliques.

	Longueur.	Plus grande Largeur.	Hauteur.	Contre-forts	Arcs-boutans.	Caissons à jour.		Caissons à faces pleines.		Ciment.		Granit.	
N°.	Mil	P. P	P. P.			L.	S.	L.	S	L.	S.	L.	S.
1 Digue à la mer.....	1	2	3	»	108	4,261	»	6,034		755	16	9,954	»
2 *id*.....	1	2	4 6	»	108	6,202	13	8,700		1,115	2	12,006	»
3 *id*.....	1	3	9	»	108	13,122	12	19,462		4.654	2	36,710	»
4 *id*.....	1	3	15	»	108	22,259	»	34,016		7,952	8	88,130	»
5 *id*.....	1	5	21	»	108 {Arcs-boutans ouverts.}	36,008	»	44,997		12,667	4	141,325	»
6 *id*.....	1	5	21	»	108 {Arcs-boutans pleins.}	48,569	12	69,627		17,587	4	141,325	»
7 Jetée en ligne droite.	1	31	21	108	»	141,764	»	203,616		53,434	16	859,320	»
8 Bastion circulaire....	»	45	21	»	»	1,750	»	2,800		588	»	7,980	»
9 Digue en caissons triangulaires.....	1	5 9	3	»	»	10,800	»	15,930		2,520	»	22,770	»
10 Jetée en caissons triangulaires.....	1	31	21	108	»	155,088	»	232,799		45,788	»	859,320	»
11 Esplanade à angles doubles.....	1	6 9	6	»	»	18,752	»	35,570		5,204	»	53,060	»

Dans cette table, on a donné à la face antérieure des caissons une épaisseur d'un à 3 pouces, et aux faces postérieure et latérale, depuis les trois quarts d'un pouce jusqu'à un pouce et demi, selon la nature des travaux. La fonte dont ils sont formés est estimée 8 livres sterling par tonneau. Au prix actuel du fer, ils peuvent être coulés à Londres à raison de 7 livres ou 7 livres 5 schellings par tonneau. Dans les travaux ordinaires, non exposés à la violence de l'action de la mer, l'épaisseur des caissons et leur prix peuvent être réduits d'un tiers et même de moitié.

Dans la table ci-dessus, on a calculé la dépense du ciment pour combler les caissons, terme moyen, à raison de 12 schellings par verge cubique, bien que dans plusieurs endroits, où l'on peut se procurer le ciment sur les lieux mêmes et à très bas prix, la dépense n'excède pas 2 schellings par verge cubique, tandis que dans d'autres localités cette dépense s'élève jusqu'à 21 schellings.

Digitized by Google

Table de la pesanteur spécifique des corps.

Un pied cube	d'or fin pèse.	19640	onces.
Idem	de mercure	14000	
Idem	de plomb.	11325	
Idem	d'argent fin.	11091	
Idem	de cuivre.	9000	
Idem	de métal à canon. . . .	8784	
Idem	d'airain fondu.	8000	
Idem	d'acier.	7850	
Idem	de fer.	7645	
Idem	de fonte de fer.	7425	
Idem	d'étain.	7320	
Idem	de granit.	2750	
Idem	de marbre.	2700	
Idem	de pierre dure.	2460	
Idem	de terre grasse.	2160	
Idem	de briques.	2000	
Idem	de terre légère.	1984	
Idem	de poudre à canon. . . .	1745	
Idem	de sable.	1520	
Idem	de poix.	1520	
Idem	d'eau de mer.	1030	
Idem	d'eau commune.	1000	
Idem	de chêne sec.	925	
Idem	de frêne sec.	800	
Idem	d'érable sec.	755	
Idem	d'orme sec.	600	
Idem	de sapin sec.	550	
Idem	de liége.	240	

Dilatation des métaux.

La dilatation d'une verge divisée en 100,000 parties, à la température de l'eau bouillante (212° de *Fahrenheit*), sera, comparativement à ses dimensions, à la température de la glace fondante (32°),

Pour le platine, de.	86	parties.
le fer de fonte.	111	
l'or	155	

Digitized by Google

le cuivre.	170 parties.
l'airain fondu	190
l'argent.	208
l'étain.	248
le plomb.	286
le zinc.	300
le zinc battu.	310

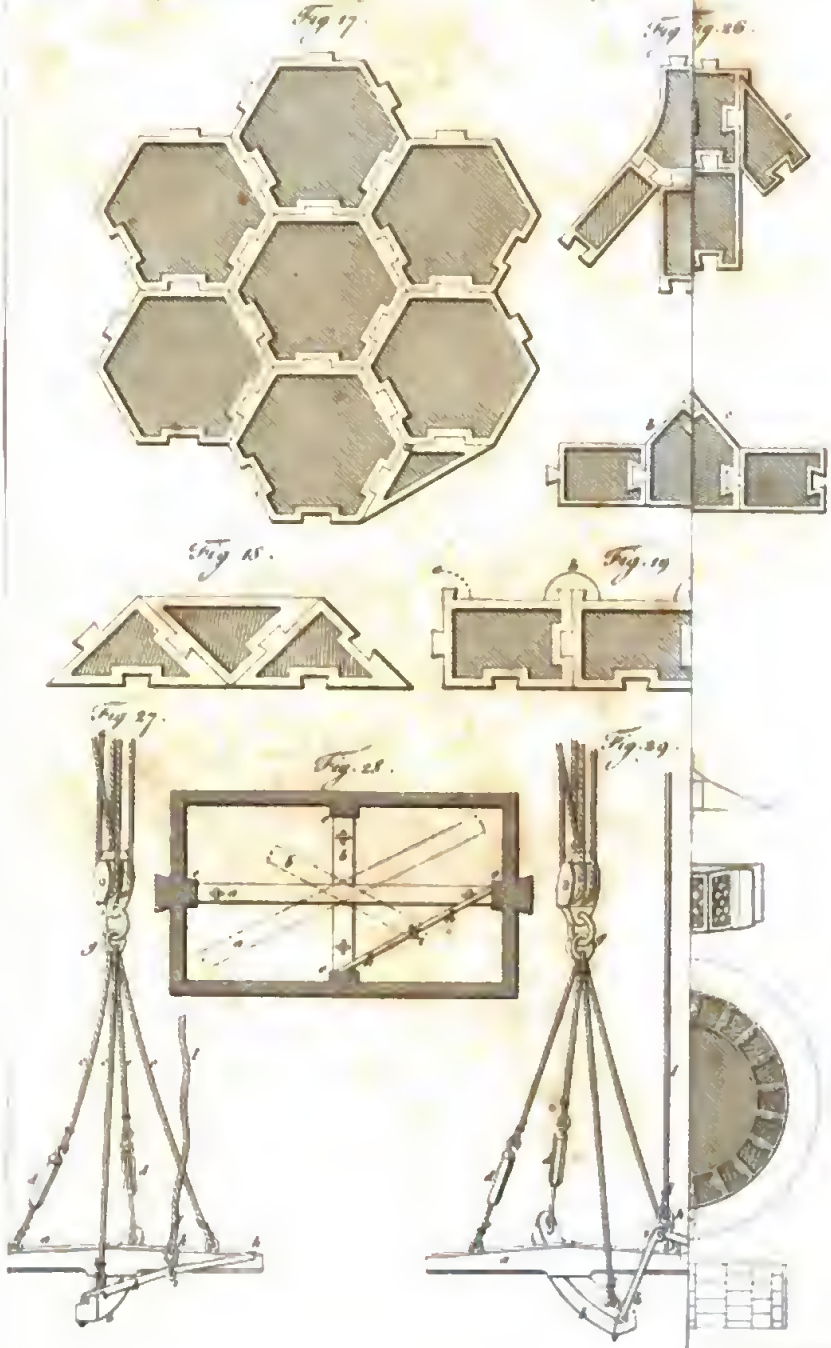
D'après la table précédente, un caisson de fonte de fer de 7 pieds de long ne se dilaterait, à la température de 100° de *Fahrenheit*, que d'un trentième de pouce.

610118 Biblioteca Nazionale NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

des jettées, fondations, bassins, quais, digues



NANCY

Digitized by Google

Digitized by Google